

In Vitro* Gaz Üretim Tekniğinde Rumen Sıvısı Yerine Gübrenin Kullanılma Olanakları

Derya AYDIN*, Adem KAMALAK****, Önder CANBOLAT****, A. İhsan ATALAY*****

***KSÜ. Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş

****Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Bursa

Geliş Tarihi: 08.12.2009

Kabul Tarihi: 17.03.2010

ÖZET: Bu çalışmanın amacı, *in vitro* gaz üretim tekniğinde kullanılan rumen sıvısı yerine rektumdan alınan gübrenin inokulant kaynağı olarak kullanılıp kullanılmayacağını araştırmaktır. Bu çalışmada, üç adet kaba yem (buğday samanı, yonca ve İngiliz çimi) ve üç adet dane yem (buğday, mısır ve arpa danesi) inokulant kaynağı olarak rumen sıvısı ve gübre içeren ortamlarda inkubasyona tabi tutulmuştur. Gaz ölçümleri, fermantasyonun başlamasından sonra 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96 ve 120 saatlerde yapılmıştır. Elde edilen gaz ölçümleri ve gaz üretim parametreleri $y = a+b(1-\exp^{-ct})$ üssel fonksiyonuna göre FIG P Paket programıyla hesaplanmıştır. Bu çalışmanın sonucu, yem çeşidinin ve inokulant kaynağının gaz üretimini ve c, a, b, a+b, metabolik enerji, organik madde sindirim derecesi gibi tahmin edilen parametrelerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0.01$). Farklı inokulant kaynağı kullanarak elde edilen gaz üretim değerleri ve tahmin edilen parametreler arasında istatistiksel açıdan önemli ilişkiler bulunmuştur ($P<0.01$). İnokulant kaynağı olarak rumen sıvısı kullanarak elde edilen gaz üretim değerleri ile tahmin edilen diğer parametreler gübre kullanarak elde edilen parametrelerden daha yüksek olmasına rağmen gübrenin de *in vitro* gaz üretim tekniğinde inokulant kaynağı olarak kullanılabilceği ve kullanım sırasında gübrenin sulandırma faktörünün göz önüne alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gaz üretimi, rumen sıvısı, gübre, kaba yem, dane yem

The Possibility of Use of Feces Instead of Rumen Fluid in the *in Vitro* Gas Production Technique

ABSTRACT: The aim of this project was to investigate the possibility of the use of bovine feces instead of rumen fluid as an inoculation source in *in vitro* gas production technique. In the current study, three forages (wheat straw, alfalfa and ryegrass hay) and three concentrates (wheat, maize and barley) were incubated with a medium containing rumen fluid or feces as an inoculation source. The gas production of samples was recorded at 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96 and 120 h after the start of fermentation. The gas production data were fitted to exponential equation ($y = a+b(1-\exp^{-ct})$) using FIG P packet program. The result of the study showed that the type of forage and inoculation source had a significant ($P<0.01$) effect on gas production profile and estimated parameters such as c, a, b, a+b, metabolizable energy (ME) and organic matter digestibility (OMD). Significant ($P<0.01$) correlations among the gas production and estimated parameters obtained with different inoculation sources were found.

Although the gas production and estimated parameters obtained with rumen fluid had significantly higher than those obtained with feces, it is possible that the feces can be used to obtain the gas production and estimated parameters such as c, a, b, a+b, ME and OMD. However, dilution factor should be taken into consideration when the feces are used as an inoculation source.

Key Words: Gas production, rumen fluid, feces, forage, grain

GİRİŞ

Yemlerin sindirilme derecesi ve tüketim düzeyleri etkin bir şekilde klasik sindirim (*in vivo*) denemeleriyle ortaya konmaktadır. Ancak bu yöntemin iş gücü gereksiniminin fazla ve pahalı olması yanı sıra pratikte karşılaşılan bütün koşullarda uygulanmasının güç olması nedeniyle, *in-vivo* yöntemlere alternatif *in vitro* ve *in situ* yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden en yoğun kullanılanları ise iki aşamalı sindirim tekniği (Tilley ve Terry, 1963), naylon kese tekniği (Orskov ve McDonald, 1979) ve gaz üretim tekniği (Menke ve ark. 1979) şeklinde sıralamak mümkündür. Her tekniğin kendine özgü bazı üstünlük ve dezavantajları olmasına karşın, yukarıda anılan *in vitro* yöntemlerin *in vivo* yöntemlere göre daha az zaman, işgücü ve daha az yem materyali gerektirmesi gibi üstünlüklere sahiptirler. *In vitro* gaz üretim tekniğinin en önemli dezavantajlarından birisi

rumen kanülü takılmış hayvanlara ihtiyaç duymasıdır. Rumen kanüllü hayvanların elde tutulması beraberinde bir takım sorumluluklar getirmektedir. Bu sorunların başında hayvanlara operasyon yapacak deneyimli veteriner hekim ve malzemelere gereksinim duyulması, hayvanların bakım ve beslenmesine diğer hayvanlardan çok fazla özen gösterilmesi ve bunlara ilave olarak son yıllarda hayvan deneyleri ile ilgili getirilen kısıtlamalar araştırmacıları *in vitro* gaz üretiminde farklı mikro-organizma kaynaklarına yöneltmiştir. Bu bağlamda, bazı araştırmacılar, at, koyun, domuz, inek ve devekuşu gübresini mikro-organizma kaynağı olarak kullanmıştır (Lowman ve ark., 1999; Mauricio ve ark., 2001; Varadyova ve ark., 2005; Jezierny ve ark., 2007, Karaman 2008). Bu çalışmanın amacı, *in vitro* gaz üretim denemelerinde rumen sıvısı yerine rektumdan alınan gübrenin kullanılma imkanlarını araştırmaktır.

*Bu araştırma makalesi yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

**Sorumlu yazar: Kamalak, A., akamalak@ksu.edu.tr

MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada 3 adet kaba yem (buğday samanı, yonca kuru otu ve İngiliz çimi) ve 3 adet (buğday, mısır ve arpa) dane yem kullanılmıştır. Yemler 1 mm elekten geçecek şekilde öğütülerek kimyasal analizler ve *in vitro* fermentasyonlar için hazır hale getirilmiştir. Yemlerin kuru madde (KM) içerikleri 105°C'de 3 saat etüvde kurutulmuş, ham kül içerikleri 525°C'de 4 saat kül fırınında yakılarak, azot (N) içeriği ise Kjeldahl metodundan yararlanılmış ve ham protein Nx6.25 formülü ile hesaplanmıştır (AOAC. 1990). *In vitro* gaz ölçümleri Menke ve ark. (1979)'nın bildirdikleri yöntemle Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Yemler ve Hayvan Besleme laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada kullanılan kaba ve yoğun yem ham maddeleri, Çizelge 1'de verilen üç farklı inokulant kaynağı (Rumen Sıvısı; RS, Gübre-1; G1 ve Gübre-2; G2) ile fermentasyona tabi tutulmuşlardır. Yem ham maddelerinin *in vitro* gaz üretim miktarları ile metabolik enerji ve organik madde sindirilebilirliklerinin saptanmasında 100 ml hacimli özel cam tüplere (Model Fortuna, Häberle Labortechnik, Lonsee-Ettlenschieß, Germany) üç paralel olarak, yaklaşık 200±10 mg, yem örneği konmuştur. Daha sonra üzerine Menke ve ark. (1979) tarafından bildirilen yöntemle göre hazırlanan inokulant kaynağı/tampon çözeltisinden 30 ml ilave edilmiştir. Bu işlemden sonra tüpler 39°C'de ki su banyosunda inkübasyona alınmışlar ve fermentasyonun başından itibaren sırasıyla 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96 ve 120 saatlerde oluşan gaz miktarları saptanmıştır.

Rumen sıvısı üç baş Siyah Alaca tosunundan rumen sondası yoluyla alınmıştır. Sonda ile alınan rumen sıvısı herhangi bir sulandırma işlemi yapılmadan tülbentten süzülerek kullanıma hazır hale getirilmiştir. Çalışmada kullanılan gübre ise rumen sıvısı alınan 3 baş Siyah Alaca tosunun rektumundan alınmış ve alınan gübreler

1:1 oranında saf suyla sulandırılarak tülbentten süzülüş ve kullanıma hazır hale getirilmiştir. Rumen sıvısı ile gübre alınan tosunlar örnek alma döneminde %60 mısır silajı ve % 40 yoğun yemden oluşan rasyonlarla beslenmektedir. Yoğun yem, %74 buğday danesi, %23.5 ayçiçeği tohumu küspesi, %1 mermer tozu, %0.4 DCP, %1 tuz ve %0.1 vitamin-minerallerden oluşmaktadır. Tosunların önlerinde sürekli içme suyu bulundurulmuştur. Yemleri inkübasyonu sonrasında elde edilen veriler kullanılarak zamana bağlı üretilen gaz miktarları Orskov ve McDonald (1979) tarafından önerilen ve aşağıda açık formülü verilen model kullanılarak a, b ve c parametreleri FIG P paket programı ile hesaplanmıştır.

$$y = a + b(1 - \exp^{-ct}) \quad (1)$$

y = Herhangi bir t anındaki üretilen gaz miktarı (ml)

a = kolay fermentasyona uğrayan kısımdan elde edilen gaz miktarı (ml)

b = yavaş fermentasyona uğrayan kısımdan elde edilen gaz miktarı (ml)

c = b'nin fermente olma hızı (%)

t = zaman (saat)

Üretilen gazın %50 (T_{50}) ve %95'nin (T_{95}) üretilmesi için gereken süre (saat) ise aşağıdaki formüllerden yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$T_{50} = \frac{\ln(0.5)}{-c} \quad \text{ve} \quad (2)$$

$$T_{95} = \frac{\ln(0.05)}{-c} \quad (3)$$

Çizelge 1. İnkübasyonda kullanılan inokulant kaynakları ve kompozisyonları

Inokulum kaynağı	Karışım (30 ml)	
RS	10 ml Rumen sıvısı	20 ml Yapay tükürük
G1	15 ml Gübre sıvısı	15 ml Yapay tükürük
G2	10 ml Gübre sıvısı	20 ml Yapay tükürük

RS: Rumen sıvısı; G1: Gübre 1:1 oranında sulandırılmış, G2: Gübre 1:2 oranında sulandırılmış

Yemlerin metabolik enerji (ME) ve organik madde sindirim dereceleri (OMD) ise aşağıda belirtilen formüllerle saptanmıştır.

$$ME \text{ (MJ/kg KM)} = 2.20 + 0.136GP + 0.057HP \\ R^2=0.94$$

$$OMD \text{ (\%)} = 14.88 + 0.889GP + 0.45HP + 0.0651HK \\ R^2=0.92$$

GP: 24 saatlik gaz üretimi (ml)

HP: Ham protein (%)

HK: Ham kül içeriği (%)

Çalışma tesadüf parsellerinde 3 (inokulum) x 6 (yemler) faktöriyel tertipte yürütülmüş ve elde edilen veriler çift yönlü varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklar ise Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak saptanmıştır. Bu çalışmada SPSS (2002) istatistik paket programı kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Denemede kullanılan kaba ve yoğun yemlerin kimyasal kompozisyonu Çizelge 2 verilmiştir.

Çizelge 2. Denemede kullanılan yemlerin kimyasal kompozisyonu (%)

Yem	Kuru Madde	Ham Protein	Ham Kül
BS	92.59	2.98	7.06
İÇ	92.75	7.02	10.15
YO	91.50	17.87	8.66
BD	89.57	11.42	2.35
MD	89.95	7.63	1.62
AD	89.12	11.97	2.31

BS: Buğday samanı, İÇ: İngiliz Çimi, YO: yonca otu, BD: Buğday danesi, MD: Mısır danesi, AD: Arpa danesi

Yem ve inokulant çeşidinin *in vitro* gaz üretimine etkisi saptanmış ve Çizelge 3'de verilmiştir. Yem kaynakları göz önüne alındığında, fermentasyonu sonucu açığa çıkan ortalama gaz üretim miktarları bütün inkübasyon dönemlerinde dane yemlerde kaba yemlerden daha yüksek bulunmuştur ($P<0.01$). Dane yemlerde gaz üretiminin yüksek saptanması, bu yemlerin kaba yemlere göre mikroorganizmalar için daha fazla besin maddesi sağlaması ve buna bağlı olarak

fermantasyon boyutunun artması ile açıklanabilir (Filya ve ark., 2002). İnokulant kaynakları baz alınarak yapılan karşılaştırmada ise 6, 12 ve 24 saatleri dışında kalan inkübasyon zamanlarında yemlerin rumen sıvısıyla inkübasyonunda elde edilen gaz değerleri gübre ile elde edilen gaz değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. 6, 12 ve 24 saatlerinde ise rumen sıvısıyla inkübasyondan elde edilen gaz değerleri sadece G2 ile elde edilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 3. Yem ve inokulant çeşidinin *in vitro* gaz üretimine etkisi

Yemler	İnkübasyon zamanı (saat)							
	3	6	12	24	48	72	96	120
BS	14.33 ^a	23.22 ^a	31.00 ^a	41.34 ^a	48.22 ^a	52.00 ^a	54.11 ^a	55.06 ^a
İÇ	20.53 ^b	35.44 ^c	42.72 ^b	50.06 ^b	57.44 ^b	62.11 ^b	64.81 ^b	66.44 ^b
YO	20.78 ^b	34.00 ^b	46.28 ^c	56.00 ^c	64.44 ^c	72.06 ^c	75.11 ^c	76.06 ^c
BD	30.00 ^c	44.72 ^e	55.68 ^e	68.50 ^e	77.33 ^e	82.11 ^e	85.33 ^e	86.39 ^e
MD	34.72 ^d	46.62 ^f	56.09 ^e	69.33 ^e	79.79 ^f	83.78 ^f	87.11 ^f	88.22 ^f
AD	28.78 ^c	43.22 ^d	53.56 ^d	65.72 ^d	75.28 ^d	78.64 ^d	82.06 ^d	83.22 ^d
SHO	0.294	0.312	0.343	0.230	0.259	0.300	0.236	0.205
ÖS	***	***	***	***	***	***	***	***
İnokulum								
RS	27.22 ^c	39.28 ^b	49.07 ^b	59.39 ^b	68.62 ^c	73.58 ^c	76.92 ^c	78.36 ^c
G1	25.86 ^b	39.86 ^b	49.09 ^b	59.31 ^b	67.58 ^b	72.52 ^b	75.47 ^b	76.61 ^b
G2	21.49 ^a	34.48 ^a	44.50 ^a	56.78 ^a	65.06 ^a	69.25 ^a	71.88 ^a	72.72 ^a
SHO	0.208	0.221	0.243	0.230	0.183	0.213	0.167	0.177
ÖS	***	***	***	***	***	***	***	***
İnteraksiyon								
	***	***	***	***	***	***	***	***

BS: Buğday samanı, İÇ: İngiliz Çimi, YO: Yonca Otu, BD: Buğday Danesi, MD: Mısır danesi, AD: Arpa Danesi, RS: Rumen Sıvısı, G1: Gübre 1:1 Oranında Sulandırılmış, G2: Gübre 1:2 Oranında Sulandırılmış, SHO: Standard Hata Ortalaması, ÖS: Önem Seviyesi, (***) $P<0.001$.

Bu çalışmada zamana bağlı gaz üretimi ile ilgili elde edilen veriler, Goncalves ve Borba (1996), Cone ve ark. (2002) ile Karaman (2008) tarafından elde edilen verilerle uyum içerisindedir. Rektuma gelen bağırsak içeriği rumende ve ince barsakta sindirim ve emilime tabi tutulduğundan, içerisinde bulunan yararlanılabilir kısımların büyük bir kısmını kaybedilmektedir. Dolayısıyla normal şartlarda, rektuma gelen dışkı rumen içeriğine göre daha düşük besleme değerine sahip

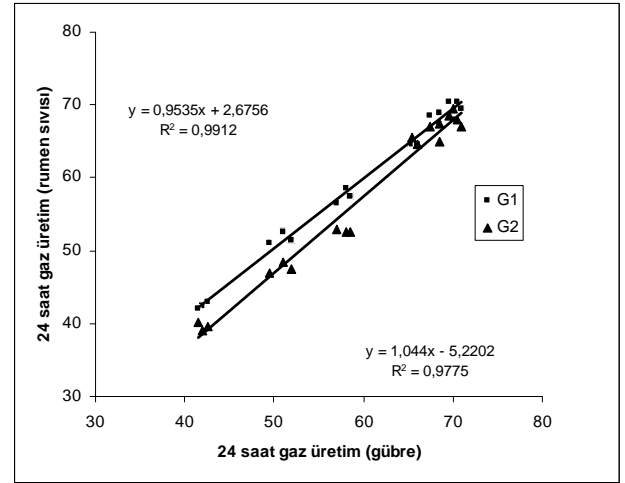
olması ve ayrıca rektuma gelen ince barsak içeriğinin rektumda kısa süre kalması da gübre içerisinde yeterince mikroorganizma popülasyonu oluşmasına yetmemektedir. Aynı şekilde rektum içeriğindeki protozoa sayısının da düşmesi gaz üretimini azaltıcı faktör olarak bildirilmektedir (Mauricio ve ark., 2001).

Yapılan bazı çalışmalarda, buğday ve arpa samanı gibi düşük kaliteli kaba yemlerin fermentasyonunda inokulant kaynağı olarak gübre kullanıldığında elde

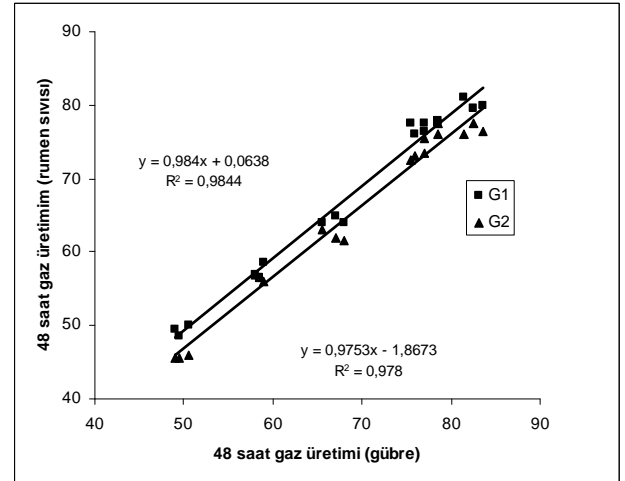
edilen gaz değerleri rumen sıvısına göre daha düşük olduğu vurgulanmış ve gübrenin inokulant kaynağı olarak böyle yemler için kullanılmasının zor olduğu bildirilmiştir (El-Meadaway ve ark., 1998; Varadyova ve ark., 2005). Oysa yapılan bu çalışmada açıkça görüldüğü gibi, elde edilen gaz profili kullanılan inokulant kaynağı ile yakından ilgili olduğu görülmüştür. Zamana bağlı gaz üretimleri gübrenin sulandırılma faktörü ile yakından ilişkili bulunmuştur. Çalışmada, düşük kaliteli kaba yemlerin farklı inokulant kaynakları ile fermentasyona tabi tutulmasından elde edilen gaz değerleri arasındaki farklar diğer çalışmalarda elde edilen farklar kadar belirgin olmamıştır. Bunu sebebi ise, bu çalışmadaki kullanılan sulandırma faktörünün diğer çalışmalardan daha düşük tutulması ile açıklanabilir. Varadyova ve ark. (2005) yaptığı bir çalışmada inokulant elde etmek için rektumdan alınan gübreyi 8 kat sulandırmışlardır. Normal şartlarda bile düşük bakteri yoğunluğuna sahip olan gübrenin aşırı sulandırılması mevcut bakteri yoğunluğunu daha da düşürmüştür. Bunun sonucu olarak inokulant olarak gübre kullanımı düşük gaz üretimine neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise rektumdan alınan gübre aşırı sulandırılmadığından, zamana bağlı gaz ölçümleri rumen sıvısıyla elde edilen gaz ölçümlerine yakın saptanmış ve aralarında önemli derecede yüksek ilişkiler bulunmuş ve bu ilişki 24 ve 48 saat baz alınarak Şekil 1. ve 2’de verilmiştir. İnokulant kaynağı olarak G1 kullanıldığında 24 ve 48 saatlik gaz ölçümleri rumen sıvısıyla yakın gaz değerlerine sahip bulunurken, daha fazla sulandırılmış olan G2 kullanıldığında daha düşük bulunmuştur.

Bu çalışmada elde edilen korelasyon katsayısı (r), gübrenin rumen sıvısı yerine kullanılabilir fikrini destekler niteliktedir. 24 saatlik fermentasyon sonucunda saptanan rumen sıvısı gaz üretimi ile G1 ve G2 arasında saptanan determinasyon katsayısı sırasıyla %99.12 ve 97.75, 48 saatlik fermentasyon sonucunda saptanan rumen sıvısı gaz üretimi ile G1 ve G2 arasında saptanan determinasyon katsayıları ise sırasıyla %98.44 ile 97.80 olarak yüksek çıkmasıyla açıklanabilir.

Burada elde edilen veriler açıkça göstermektedir ki, G ile RS’nın 24 ve 48 saatlik gaz ölçümleri arasındaki ilişkilerin istatistikî açıdan oldukları ($P < 0.01$) ve 24 ile 48 saatlik gaz üretimini tahmin etmek için rumen sıvısı yerine gübrenin rahatlıkla kullanılabileceğini göstermektedir.



Şekil 1. Farklı inokulant kaynağı kullanılarak elde edilen 24 saatlik gaz ölçümleri arasındaki ilişki



Şekil 2. Farklı inokulant kaynağı kullanılarak elde edilen 48 saatlik gaz ölçümleri arasındaki ilişki

Benzer şekilde, Cone ve ark. (2002) ise 22 farklı yem ham maddesini kullanarak inekler ile yapmış oldukları çalışmada, rumen sıvısı ile gübrenin inokulant kaynağı olarak kullanılması sonucu elde edilen 24 ve 48 saatlik gaz üretimleri arasında önemli ilişkiler elde etmişlerdir. Cone ve ark. (2002) 24 ve 48 saatlik rumen sıvısıyla elde edilen gaz üretimindeki varyasyonun ancak %61 ve %81’lik kısmını gübre kullanıldığında elde edilen 24 saatlik gaz üretimleriyle açıklayabilmiştir. Aynı çalışmada rumen sıvısında daha yüksek gaz üretimi saptamışlardır. Bunun temel sebebi ise inokulant kaynağının yapısı ile sulandırma faktörüne bağlanmıştır.

Yemlerin zamana bağlı gaz miktarlarından yararlanarak hesaplanan gaz üretim parametreleri saptanmış ve Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4. Yem ve inokulant çeşidinin *in vitro* gaz üretimin parametreleri üzerine etkisi

Yemler	Parametreler							
	c	a	b	a+b	T ₅₀	T ₉₅	ME	OMSD
BS	7.1 ^a	2.83 ^a	49.88 ^a	52.71 ^a	9.843 ^c	42.56 ^c	7.99 ^a	53.44 ^a
İÇ	10.2 ^b	3.12 ^a	58.59 ^b	61.72 ^b	6.812 ^a	29.46 ^a	9.41 ^b	63.20 ^b
YO	7.8 ^a	4.05 ^b	67.86 ^c	71.92 ^c	8.919 ^b	38.56 ^b	10.83 ^c	73.27 ^c
BD	10.3 ^b	4.56 ^b	77.15 ^e	81.71 ^e	6.816 ^a	29.46 ^a	11.82 ^d	78.84 ^d
MD	10.3 ^b	6.34 ^c	77.06 ^e	83.39 ^f	6.773 ^a	29.28 ^a	12.06 ^e	80.05 ^e
AD	10.2 ^b	4.44 ^b	74.30 ^d	78.73 ^d	6.834 ^a	29.55 ^a	12.16 ^e	81.07 ^f
SHO	1.800	0.144	0.211	0.221	0.1394	0.602	0.044	0.289
ÖS	***	***	***	***	***	***	***	***
İnokulum								
RS	9.3 ^b	4.99 ^c	68.57 ^c	73.56 ^c	7.709 ^b	33.33 ^b	10.84 ^b	72.44 ^b
G1	10.0 ^c	4.14 ^b	67.92 ^b	72.06 ^b	7.067 ^a	30.55 ^a	10.82 ^b	72.37 ^b
G2	8.6 ^a	3.54 ^a	65.93 ^a	69.47 ^a	8.22 ^c	35.55 ^c	10.48 ^a	70.16 ^a
SHO	1.200	0.102	0.145	0.156	0.0986	0.426	0.0314	0.214
ÖS	***	***	***	***	***	***	***	***
İnteraksiyon								
	***	-	***	***	***	***	***	***

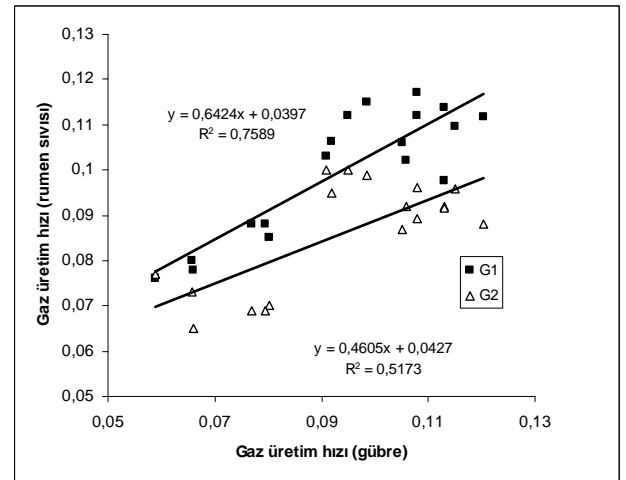
BS: Buğday Samanı, İÇ: İngiliz Çimi, YO: Yonca Otu, BD: Buğday Danesi, MD: Mısır Danesi, AD: Arpa Danesi, RS: Rumen sıvısı; G1: Gübre 1:1 oranında sulandırılmış, G2: Gübre 1:2 oranında sulandırılmış, a = kolay bir şekilde fermentasyona uğramış kısımdan elde edilen gaz miktarı (ml), b = yavaş bir şekilde fermentasyona uğramış kısımdan elde edilen gaz miktarı (ml), c = b'nin fermente olma hızı (%), T₅₀ = Toplam gazın %50'sini üretmek için gerekli süre (saat), T₉₅ = Toplam gazın %95'sini üretmek için gerekli süre (saat), ME= Metabolik enerji (MJ/kg), OMSD: Organik madde sindirim derecesi (%), SHO: Standard hata ortalaması, ÖS: Önem Seviyesi, (***)P<0.01.

Yem kaynakları göz önüne alınarak yapılan karşılaştırmada, BS ve YO'na ait gaz üretim hızları diğer yemlerin gaz üretim hızlarından daha düşük bulunmuştur. BS ve İÇ için elde edilen "a" değerleri ise diğer yem ham maddelerinden daha düşük bulunmuştur. BS ait "b" ve "a+b" değeri ise diğer yemlerden daha düşük saptanmıştır. Diğer taraftan BS'na ait T₅₀ ve T₉₅ değerleri diğer yemlere ait T₅₀ ve T₉₅ önemli derecede daha yüksek bulunmuştur (P<0.01).

İnokulant kaynakları baz alınarak yapılan karşılaştırmada ise, inokulant kaynağı olarak G2 kullanıldığında elde c, a ve a+b değerleri, RS ve G inokulantlarından daha düşük bulunmuştur (P<0.01). Diğer taraftan inokulant kaynağı olarak G2 kullanıldığında elde edilen T₅₀ ve T₉₅ değerleri diğer inokulantlarla elde edilen T₅₀ ve T₉₅ değerlerden önemli derecede daha yüksek saptanmıştır (P<0.01).

Mauricio ve ark. (2001)'nin yaptıkları çalışmada ise yemlerin rumen sıvısıyla inkubasyonu sonucu elde edilen gaz miktarının, gübre ile elde edilen gazdan daha yüksek bulmuştur. Bu çalışmada da rumen sıvısıyla elde edilen gaz miktarı (a+b), inokulant kaynağı olarak gübre kullanıldığından benzer şekilde yüksek saptanmıştır. Rumen sıvısı kullanıldığında ortalama (a+b) 73.56 ml olan gaz üretimi, inokulant kaynağı olarak G1 ve G2 kullanıldığında ise sırasıyla 72.06 ve 69.47 ml bulunmuştur. Araştırmadan elde edilen bulgular Mauricio ve ark. (2001)'nin bulguları ile uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

Farklı inokulant kaynağı kullanılarak elde edilen zamana bağlı gaz ölçümlerine ait tahmin edilen parametreler arasındaki ilişkiler saptanmış ve Şekil 3'de verilmiştir.

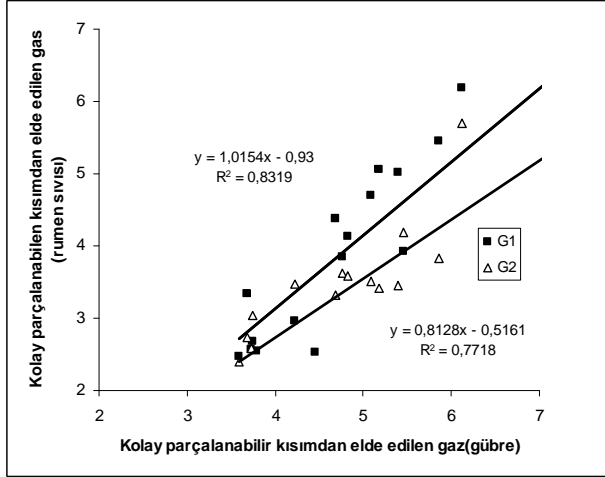


Şekil 3. Farklı inokulant kaynağı kullanılarak elde edilen gaz ölçümlerine ait hızlar arasındaki ilişki

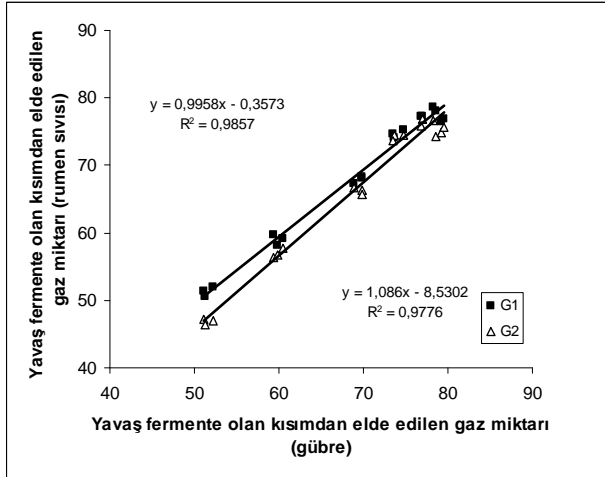
Şekil 3'de görüldüğü gibi gaz üretim hızında (c) görülen varyasyonun ancak %75.89'lük ve %51.73'lük kısmı inokulant kaynağı olarak G1 ve G2 kullanıldığında elde edilen hız parametresiyle açıklanabilmektedir. Cone ve ark. (2002) ise rumen sıvısıyla elde edilen gaz üretim hızları arası varyasyonun ancak %61'lik kısmını gübre kullanıldığında elde edilen gaz üretim hızından kaynaklandığını açıklamışlardır.

Şekil 4'de görüldüğü gibi yemlerin kolay parçalanabilen kısımdan üretilen gaz miktarında (a) görülen varyasyonun %83.19 ve %77.18'lik kısmı inokulant kaynağı olarak G1 ve G2 kullanıldığında elde edilen gaz üretimiyle, yavaş parçalanabilen kısımdan

üretileen gaz miktarı (b) arasında görülenen varyasyonun ise %98.57 ve %97.76'lik kısmı inokulant kaynağı olarak G1 ve G2 kullanıldığında elde edilen gaz üretimiyle açıklanabilmektedir (Şekil 5). Aynı şekilde potansiyel gaz üretim miktarında (a+b) görülenen varyasyonun %98.09 ve %97.9'lik kısmı ise inokulant kaynağı olarak G1 ve G2 kullanıldığı saptanmıştır (Şekil 6).



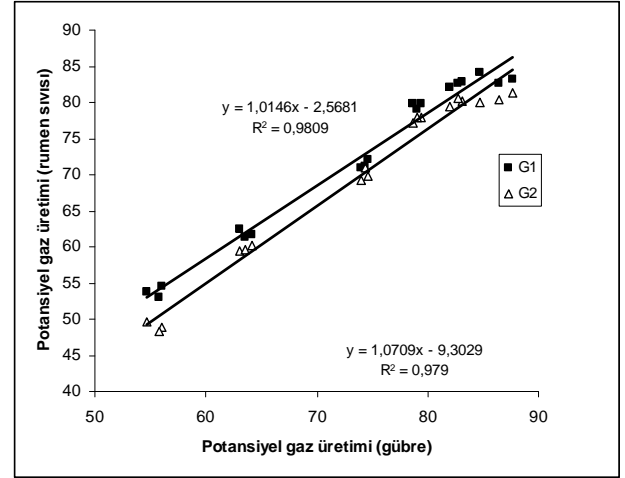
Şekil 4. Farklı inokulant kaynağı kullanılarak elde edilen gaz ölçümlerine ait "a" lar arasındaki ilişki



Şekil 5. Farklı inokulant kaynağı kullanılarak elde edilen yavaş fermente olabilir kısımdan üretilen gazlar (b) arasındaki ilişki

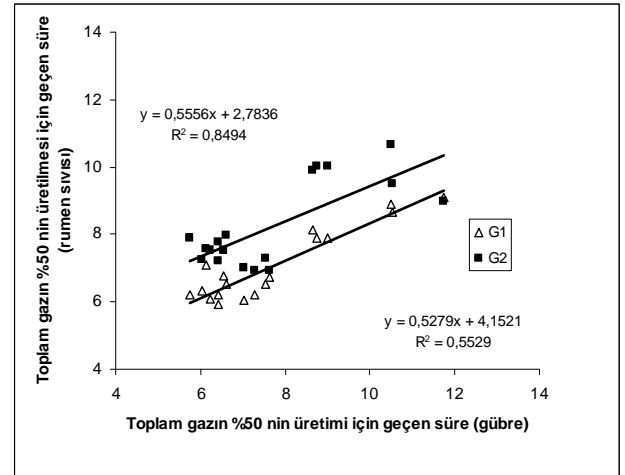
Gübre ile daha düşük gaz üretimi elde edilmesine rağmen bazı araştırmacılar gübre ile rumen sıvısı arasında yüksek ilişkiler tespit etmişlerdir (El-Meadway ve ark. 1998, Mauricio ve ark. 2001). Rumen sıvısıyla elde edilen potansiyel gaz üretimindeki varyasyonun yaklaşık olarak %83 ile 94'lük kısmını oluşturmuştur. Diğer taraftan Cone ve ark. (2002) rumen sıvısıyla elde edilen gaz üretim hızındaki varyasyonun ancak %61'lik kısmını gübreden elde edilen gaz üretim hızıyla açıklamışlardır. Farklı çalışmalarda elde edilen sonuçlar

arasındaki farklılığın ise kullanılan gübre kaynağı ve sulandırma faktöründen ileri geldiği düşünülmektedir.



Şekil 6. Farklı inokulant kaynağı kullanılarak elde edilen potansiyel gazlar (a+b) arasındaki ilişki

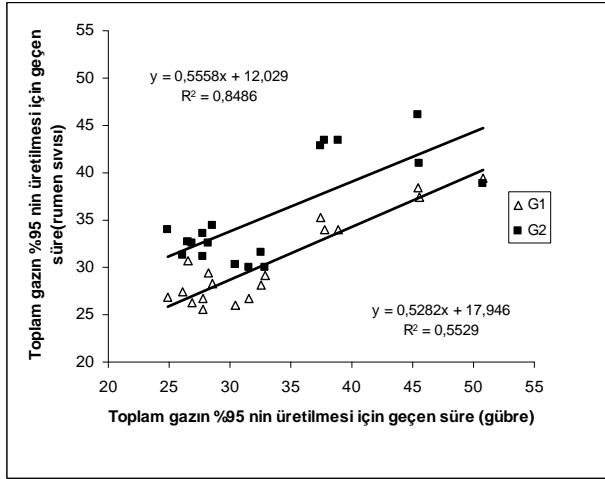
Toplam gazın %50'sinin üretilmesi için geçen süredeki (T₅₀) görülenen varyasyonun %84.94 ve 55.29'lük kısmı ile toplam gazın %95'sinin üretilmesi için geçen sürede (T₉₅) görülenen varyasyonun %84.86 ve 55.29'lük kısmı inokulant kaynağı olarak G1 ve G2 kullanıldığında elde edilmiştir(Şekil 7 ve Şekil 8).



Şekil 7. Farklı inokulant kaynağı kullanılarak elde edilen T₅₀ değerleri arasındaki ilişki

Yem kaynakları göz önüne alınarak yapılan karşılaştırmada, kaba yemlerin ME ve OMSD içerikleri yoğun yemlerden daha düşük bulunmuştur. En düşük ME ve OMD değerine BS'da saptanmıştır (P<0.01). İnokulant kaynakları baz alınarak yapılan karşılaştırmada ise en düşük ME ve OMSD değerlerine inokulant kaynağı olarak G2'de elde edilmiştir. Metabolik enerji ve OMSD derecesi yemlerin 24 saatlik fermentasyonu sonucu elde edilen gaz değerleri kullanılarak hesaplanmasından dolayı, inokulant kaynağı olarak gübre kullanılanlarda gaz üretimlerinin

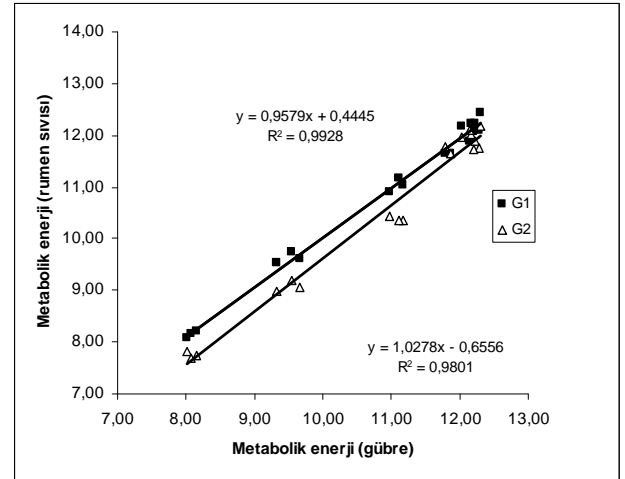
az olması daha düşük ME ve OMSD'nin saptanmasına neden olmuştur. Buna göre inokulant kaynağı olarak RS'nin kullanımında ME ve OMSD'si düşük saptanmıştır. Araştırma verileri değerlendirildiğinde ise rumen sıvısı yerine G1 inokulantının rahatlıkla kullanılabilirliği söylenebilir. Araştırmadan elde edilen ME ve OMSD'si açısından rumen sıvısı ile G1 inokulantı arasında istatistiksel farklılık olmadığı da saptanmıştır ($P>0.01$). Araştırma bulgularına göre rektumdan elde edilen gübrenin sulandırma düzeyi, rumen sıvısı yerine kullanılması üzerinde en etkili unsur olduğu sonucuna varılmıştır. Sulandırma dozu arttıkça (R_2) saptanan tüm parametrelerde önemli düzeyde düşüş olduğu görülmüştür ($P<0.01$). Bu durumda gübrenin fazla sulandırılması sonucu mikro-organizma yoğunluğunun azalması ile açıklanabilir (Mauricio ve ark., 2001).



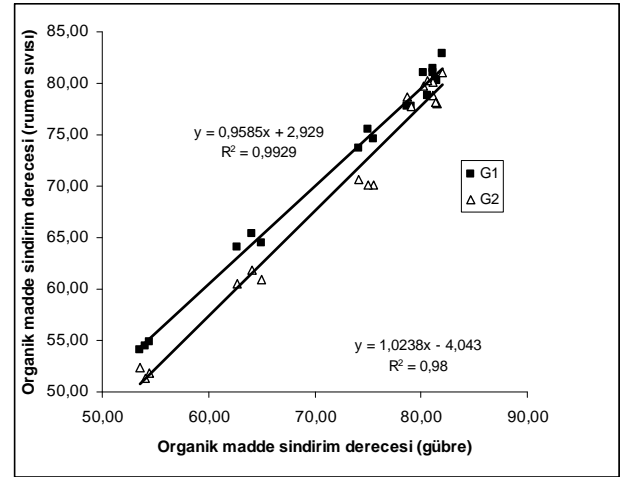
Şekil 8. Farklı inokulant kaynağı kullanılarak elde edilen T_{95} değerleri arasındaki ilişki

Şekil 9 ve 10'da görüldüğü gibi ME ve OMSD varyasyonuna etkisi ME için %95.79 ve 98.01'lik kısmını, OMSD için ise %95.85 ve 98.0'lik kısmını inokulant kaynağı olarak kullanılan G1 ve G2 gübrelere sağlandığı saptanmıştır. Çalışma bu açıdan değerlendirildiğinde de gübrelere, rumen sıvısına çok yakın sonuçlar verdiği söylenebilir.

Çizelge 3 ve 4'den açıkça görüldüğü gibi, inokulasyon kaynağı ile yem kaynakları arasında önemli etkileşimler tespit edilmiştir. Başka bir ifadeyle, farklı yemlerde farklı inokulasyonlar farklı çalışıyorlar demektir. Yani elde edilen denklemlerde ilişkinin derecesi kullanılan yemlere ve inokulasyon kaynağına bağlıdır.



Şekil 9. Farklı inokulant kaynağı kullanılarak elde edilen metabolik enerjiler arasındaki ilişki



Şekil 10. Farklı inokulant kaynağı kullanılarak elde edilen organik madde sindirim dereceleri arasındaki ilişki

SONUÇ

Sonuç olarak, in vitro gaz üretiminde rumen sıvısı yerine rektumdan alınan gübrenin kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır. Rumen sıvısı ile elde edilen sonuçlarla gübre ile elde edilen sonuçlar arasında yüksek düzeyde ilişki saptanmıştır. Gübre kullanımı ruminantlarda yemlerin değerlendirilmesinde kolaylık sağlayacağı sonucuna varılmıştır. Ancak beklenen sonuçların elde edilmesi bakımından gübrelere sulandırılmasının etkili olduğu, araştırmada ise 1/1 oranında sulandırılan R1 inokulantının önerilecek doz olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Method of Analysis. 15th. ed. Washington, DC. USA. pp. 66-88.
- Cone, J.W., Van Gelder, A.H., Bachmann, H. 2002. Influence of Inoculum Source on Gas Production Profiles. *Animal Feed Science and Technology*, 99: 221-231.
- El-Meadaway, A., Mir, Z., Mir, P.S., Zaman, M.S., Yanke, L.J. 1998. Relative Efficacy of Inoculum from Rumen Fluid or Faecal Solution for Determining *In Vitro* Digestibility and Gas Production. *Canadian Journal of Animal Science*, 78: 673-679.
- Filya, I., Karabulut, A., Canbolat, Ö., Degirmencioglu T., Kalkan, H. 2002. Bursa Bölgesinde Yetiştirilen Yem Hammaddelerinin Besleme Değeri ve Hayvansal Organizmada Optimum Değerlendirme Koşullarının *In Vivo* ve *In Vitro* Yöntemlerle Saptanması Üzerinde Araştırmalar. U.Ü. Ziraat Fakültesi Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler Serisi. No:25, Bursa, s. 1-16.
- Goncalves, L.M.B.O., Borba, A.E.S. 1996. Study of Gas Production Capacity by Three Sources of Inocula. *Journal of Agricultural Science*, 127(4): 511-515.
- Jezierny, D., Steingass, H., Drochner, W. 2007. *In Vitro* Gas Production and Fermentation Parameters Using Different Substrates and Pig Faecal Inocula Affected by Bile Extract. *Livestock Science*, 109 (1-3):145-148.
- Karaman, Ş. 2008. Devekuşu (*Struthio camelus*) Kör Bağırsak İçeriği Kullanılarak Bazı Yem Hammaddelerinin *In Vitro* Yöntemlerle Sindirilebilirliklerinin Belirlenmesi. U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi Bursa. 96 s.
- Lowman, R.S., Theodora, M.K., Hyslop, J.J., Dhanoa, M.S., Cuddeford, D. 1999. Evaluation of an *In Vitro* Batch Culture Technique for Estimating the *In Vitro* Digestibility and Digestible Energy Content of Equine Feeds Using Equine Faeces as the Source of Microbial Inoculum. *Animal Feed Science and Technology*, 80:11-27.
- Mauricio, R.M., Owen E., Mould, F.L., Givens, I., Theodorou, M.K, France, J., Davies D.R, Dhanoa, M.S. 2001. Comparison of Bovine Rumen Liquor and Bovine Faeces as Inoculum for an *In Vitro* Gas Production Technique for Evaluating Forages. *Animal Feed Science and Technology*, 89:33-45.
- Menke, K.H., Raab, L.L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, Schneider, W. 1979. The Estimation of Digestibility and Metabolizable Energy Content of Ruminant Feeding Stuffs from the Gas Production When They are Incubated with Rumen Liqueur *In Vitro*. *Journal of Agricultural Science*, 93:217-222.
- Orskov, E.R., Mcdonald, I. 1979. The Estimation of Protein Degradability in The Rumen from Incubation Measurement Weighed according to Rate of Passage. *Journal of Agricultural Science*, 92: 499-503.
- SPSS. 2002. SPSS for windows. Release 11.5.0. SPSS Inc. Chicago, USA.
- Tilly, J.M.A., Terry, R.A. 1963. A Two-Stage Technique for the Digestion of Forage Crops. *Journal of British Grassland Society*, 18: 104-111.
- Varadyova, Z., Baran, M., Zelenak, I. 2005. Comparison of Two *In Vitro* Fermentation Gas Production Methods Using both Rumen Fluid and Faecal Inoculum from Sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 123-124(1):81-94.